

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lahan Gambut

Lahan gambut merupakan tanah hasil akumulasi timbunan bahan organik yang terbentuk secara alami dalam jangka waktu yang lama. Bahan organik tersebut berasal dari pelapukan vegetasi yang tumbuh di sekitarnya. Proses dekomposisi tanah gambut belum terjadi secara sempurna karena keadaan gambut yang dominan selalu jenuh. Kondisi tersebut menyebabkan tanah gambut memiliki tingkat kesuburan dan pH yang rendah (Nurida *et al.*, 2011).

Indonesia mempunyai lahan gambut terbesar keempat di dunia setelah Canada (170 juta ha), Rusia (150 juta ha), dan Amerika Serikat (40 juta ha). Indonesia sendiri memiliki luas lahan gambut sekitar 21 juta ha (Immirizi & Maltby, 1992 *cit* Wibowo, 2009). Lahan gambut Indonesia saat ini berupa lahan pertanian dan perkebunan, hutan campuran, hutan sekunder bekas tebangan, semak belukar dan padang rumput rawa (Istomo, 2008).

Sumatera memiliki sekitar 7,2 juta hektar lahan gambut yang terpusat di Riau sebesar 56,1% dengan luas 4,044 juta ha (Wahyunto & Heryanto, 2005). Berdasarkan hasil interpretasi kawasan hidrologi gambut (KHG) Riau memiliki kawasan lindung gambut (KLG) sebesar 1.735.716 Ha (29.44%) dan kawasan budidaya gambut (KBG) sebesar 4.161.001 Ha (70.56%) (Kementrian Negara Lingkungan Hidup, 2010).

Pembentukan tanah gambut merupakan proses geogenik yaitu pembentukan tanah yang disebabkan oleh proses dekomposisi dan transportasi, berbeda dengan proses pembentukan tanah mineral yang pada umumnya merupakan proses

pedogenik (Hardjowigeno, 1986). Agus *et al.*, (2011) menyatakan lahan gambut umumnya terbentuk pada dataran rendah atau cekungan yang terisi bahan-bahan organik dari vegetasi yang telah mati. Timbunan bahan organik ini terus bertambah dan membentuk kubah. Faktor yang mempengaruhi sifat dan pembentukan gambut ialah iklim, topografi, jenis lapisan di bawah gambut, dan jenis vegetasi atau bahan organik pembentuknya (Noor, 2001).

2.2. Karakteristik Sifat Kimia Lahan Gambut

Lahan gambut memiliki karakteristik sifat kimia yang bervariasi tergantung pada tingkat kesuburan dan kematangannya, kedalaman lapisan, jenis bahan organik pembentuknya dan jenis lapisan dibawahnya. Karakteristik ini yang membedakannya dengan tanah mineral, sehingga membutuhkan penanganan khusus dalam pengelolaannya. Gambut ombrogen dominan memiliki tingkat kesuburan yang rendah dibanding dengan gambut topogen, hal ini karena gambut ombrogen tidak mendapat pengkayaan mineral (Alwi, 2006). Pengukuran sifat kimia gambut dalam menilai tingkat kematangan menunjukkan keragaman yang sangat tinggi, hal ini dipengaruhi oleh proses transformasi bahan kimia yang ada dalam gambut. Sifat kimia tanah gambut dapat meningkat seiring terjadinya perombakan bahan organik (Kurnain, 2010).

Gambut di Indonesia umumnya tergolong pada jenis gambut mesotrofik dan oligotrofik. Gambut eutrofik di Indonesia hanya sedikit biasanya terdapat pada sekitar daerah aliran sungai dan tepian pantai (Radjaguguk, 1997). Gambut yang terdapat di pulau Sumatera umumnya memiliki sifat kimia yang lebih baik karena mendapat pengkayaan bahan organik yang berasal dari bukit barisan (Mulyani & Noor, 2011).

2.2.1. Kemasaman Tanah (pH)

Gambut di Indonesia umumnya memiliki $\text{pH} < 4$ karena tingkat kematangannya masih tergolong fibrik. Gambut dangkal dengan kedalaman < 150 cm memiliki tingkat keasaman antara $\text{pH} 4.0-5.1$, sedangkan pada gambut dalam yang kedalmannya > 150 cm memiliki tingkat keasaman antara $\text{pH} < 4.0$ (Hartati *et al.*, 2011). Menurut Syahrudin & Nuraini (1997), tingkat kemasaman ini memiliki hubungan erat dengan kandungan asam organik. Bahan organik yang telah terdekomposisi mempunyai gugus reaktif karboksil dan fenol yang bersifat sebagai asam lemah yang menimbulkan sifat asam pada tanah gambut. Tingkat kemasaman tanah gambut cenderung turun pada tingkat kedalam gambut yang rendah (Suhardjo & Widjaja, 1976).

Reaksi tanah yang menunjukkan sifat asam atau alkalis dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan jumlah konsentrasi ion Hidrogen (H^+) dalam tanah. Nilai pH berkisar antara 0-14, kondisi netral berada pada nilai pH 7. Nilai $\text{pH} < 7$ disebut asam dan > 7 disebut alakali batasan nilai pH dijelaskan dalam tabel 2.1. Nilai pH tanah-tanah asam dikendalikan ion-ion H^+ , Al^{3+} dan Fe^{3+} dalam larutan dan kompleks jerapan, sedangkan pada tanah alkali dikendalikan oleh ion Ca^{2+} dalam larutan dan kompleks jerapan (Purwowidodo, 1998).

Tabel. 2.1. Batasan Kisaran Nilai pH.

No	Nilai Ph	Kategori
1	< 4.4	Sangat Masam (Ekstrim)
2	4.5-5.0	Sangat masam
3	5.1-6.5	Asam
4	6.6-7.3	Netral
5	7.4-8.4	Alkalin
6	8.8-9.0	Sangat Alkalin
7	> 9.1	Sangat Alkalin (Ekstrim)

Sumber: Purwowidodo (1998).

2.2.2. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tukar kation merupakan kemampuan tanah dalam menyerap dan melepaskan kation yang dinyatakan sebagai total kation yang dapat dipertukarkan. Kemampuan tanah dalam mempertukarkan kation-kation dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, temperatur, pH, pemupukan, bahan organik dan tekstur tanah. Tanah yang memiliki tekstur liat atau kadar bahan organik yang tinggi dominan memiliki kapasitas tukar kation yang lebih tinggi. kapasitas tukar kation memiliki hubungan yang erat dengan proses serapan unsur hara oleh tanaman. Batasan nilai kapasitas tukar kation dijelaskan dalam tabel 2.2. (Winarso, 2005).

Nilai tukar kation pada tanah gambut dominan sangat tinggi ($90-200 \text{ cmol}^{(+)} \text{ kg}^{-1}$). Nilai negatif ini disebabkan karena muatan negatif bergantung pada pH yang sebagian besar dari gugus karboksil dan hidrosil dari fenol. Muatan negatif gambut sepenuhnya bergantung pada nilai pH, dimana bila nilai pH ditingkatkan maka akan secara otomatis nilai KTK akan naik Gambut ombrogen di Indonesia sebagian besar nilai tukar kationnya ditentukan oleh fraksi lignin dan senyawa humat. Gambut di daerah pedalaman Kalimantan Tengah dan pantai timur Riau memiliki nilai kb <10%. (Hartati *et al.*, 2011).

Tabel 2.2. Batasan kisaran nilai kapasitas tukar kation

No	Nilai KTK (cmol/kg)	Kategori
1	< 5	Sangat rendah
2	5-16	Rendah
3	17-24	Sedang
4	25-40	Tinggi
5	>40	Sangat tinggi

Sumber: Sulaeman *et al* (2005).

2.2.3. C-organik

C-organik merupakan indikator dalam penentuan kualitas bahan organik yang sangat berkaitan dengan laju dekomposisi. Hutan dominan memiliki kandungan C-organik lebih tinggi dibandingkan dengan hutan yang telah dikonversi menjadi perkebunan monokultur. Hal ini terjadi karena kualitas substrat yang terurai lebih rendah, sehingga laju respirasi juga rendah (Huda, 2012).

Lahan gambut memiliki cadangan karbon yang sangat tinggi yakni sebesar 60% dan kandungan C-organik > 12% pada kedalaman 50 cm. Cadangan karbon tanah gambut dipengaruhi oleh tingkat ketebalan, kematangan dan kadar abu gambut. Ketebalan gambut merupakan indikator cadangan karbon, semakin tinggi tingkat ketebalan gambut semakin tinggi kandungan karbon yang terdapat didalamnya. Kriteria nilai kandungan C-organik tanah dijelaskan dalam tabel 2.3. (Widyati & Rostiwati, 2010).

Tabel. 2.3. Kriteria nilai kandungan C-organik tanah.

No	Nilai C-organik	Kategori
	%	
1	< 1	Sangat rendah
2	1-2	Rendah
3	2-3	Sedang
4	3-5	Tinggi
5	>5	Sangat tinggi

Sumber: Sulaeman *et al* (2005).

Menurut Agus *et al.*, (2011) Tingkat kematangan yang tinggi menunjukkan bahwa tingkat dekomposisi yang semakin sempurna dan semakin rendah cadangan karbonnya seperti terlihat dalam Tabel 2.4. Proses dekomposisi mengakibatkan penurunan volume gambut sehingga total volume gambut berkurang dan menyebabkan cadangan karbon berkurang. Kadar abu menjadi indikator besarnya kandungan bahan mineral dalam tanah gambut. Kadar abu

yang semakin tinggi dalam gambut menunjukkan kadar karbon yang ada semakin rendah (Agus *et al.*, 2009).

Persentase C-organik merupakan indikator kualitas bahan organik yang berkaitan dengan laju dekomposisi. Nilai C/N bahan organik menentukan reaksi yang terjadi dalam tanah. Tingkat dekomposisi lanjut di gambarkan oleh nisbah C/N yang rendah. Kondisi ini terjadi karena keberadaan dan aktifitas mikroorganisme pengurai bahan organik tanah (Andriesse, 1988).

Tabel 2.4. Rata-Rata Nilai Kandungan Karbon Persatuan Volume Pada Tingkat Kematangan Gambut.

Tingkat kematangan gambut	Contoh yang diukur	Carbon density
	N	Kgm ⁻³
Saprik	38	66±20
Hemik	74	50±14
Fibrik	211	39±11

Sumber: Agus *et al.*, (2011).

2.2.4. N-total

Unsur hara N merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang besar. Sebagian besar kebutuhan N pada tanaman dicukupi dari perlakuan pemupukan yang diberikan. Hal ini terjadi karena Lebih dari 90% Nitrogen dalam tanah biasanya dalam bentuk N-organik dalam jumlah yang relatif kecil dan dalam bentuk ammonium dan nitrat, sehingga bisa tersedia bagi tanaman (Winarso, 2005). Unsur hara N-total memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif. N-total merupakan jumlah keseluruhan N yang tersedia dalam tanah. Nitrogen terdiri atas beberapa tingkat valensi yang tergantung pada kondisi lingkungan mikro dalam tanah (Mindawati *et al.*, 2010).

Menurut Radjagukguk (1997) cit Hartatik *et al.*, (2011), dalam tanah gambut ketersediaan N untuk tanaman relatif rendah karena N tanah gambut tersedia dalam bentuk N-organik. Hal ini yang menyebabkan Perbandingan C/N pada lahan gambut relatif tinggi saat dilakukan analisis N-total. Kriteria nilai kandungan N-total dalam tanah disajikan dalam tabel 2.5. di bawah ini.

Tabel. 2.5. Kriteria nilai kandungan N-total tanah.

No	Nilai N-total %	Kategori
1	< 0.1	Sangat rendah
2	0.1-0.2	Rendah
3	0.21-0.5	Sedang
4	0.51-0.75	Tinggi
5	>0.75	Sangat tinggi

Sumber: Sulaeman *et al* (2005).

2.2.5. P- tersedia

Unsur hara P merupakan salah satu unsur hara makro bagi tanaman, karena hara P dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tanaman setelah hara N. Unsur P diserap oleh tanaman dari tanah dalam bentuk H_2PO_4^- dan atau HPO_4^{2-} . Kadar hara P tersedia yang tinggi akan menguntungkan bagi tanaman sehingga tanah-tanah demikian cenderung subur. Jumlah P-tersedia dalam tanah ditentukan oleh besarnya P dalam komplek jerapan (P-total) yang mekanisme ketersediaannya diatur oleh pH dan jumlah bahan organik tanah (Winarso, 2005).

Istomo (2006), menyatakan bahwa P dalam tanah dominan berasal dari pelapukan batuan, sedangkan P dalam tanah gambut berasal dari P-organik. Pada tanah mineral untuk tumbuh optimal tanaman memerlukan P sebesar 0,3-0,5% dan 0,04 % P dari berat kering tanaman pada tanah gambut.

Keberadaan unsur hara P tersedia pada lahan gambut yang ditanami aksia tergolong rendah dan sangat rendah (7,95 ppm pada tanaman umur 1 tahun, dan 14,50 ppm pada tanaman umur 2 tahun). Rendahnya ketersediaan unsur P tersebut salah satunya diduga karena rata-rata pH di daerah penelitian tergolong sangat masam. Kriteria nilai kandungan P-tersedia dalam tanah di sajikan dalam tabel 2.6. (Supangat & Aprianis, 2009).

Tabel. 2.6. Kriteria nilai kandungan P-tersedia tanah.

No	Nilai P-tersedia	Kategori
	%	
1	< 4	Sangat rendah
2	5-7	Rendah
3	8-10	Sedang
4	11-15	Tinggi
5	>15	Sangat tinggi

Sumber: Sulaeman *et al* (2005).

2.2.6. Basa-basa yang dapat ditukar (Ca, Mg, K, dan Na)

Kation dalam tanah terbagi menjadi kation asam dan kation basa. Kation asam terdiri atas Al dan H, sedangkan kation basa terdiri atas K, Ca, Mg dan Na. Perbandingan nilai antara kation basa dan asam sangat menentukan dalam pemberian perlakuan pemupukan dan peningkatan nilai pH tanah. Sehingga persentase tingkat kesuburan tanah dapat dilihat dari kandungan nilai kation basa yang dapat dipertukarkan. Tabel 2.7. menggambarkan pengelompokan nilai selang konsentrasi basa-basa tanah secara umum (Winarso, 2005).

Menurut Mindawati *et al* (2010), basa kation tanah (K, Ca, Mg dan Na) memegang peranan penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Peranan unsur Mg bagi tanaman ialah sebagai struktur dasar klorofil, Ca sebagai pembentuk lamela tengah dan dinding sel sedangkan K sebagai kofaktor enzim.

Tabel. 2.7. Kriteria nilai kandungan Kation Basa tanah.

No	Kation-kation basa yang dapat dipertukarkan (cmol/kg)				Kriteria
	K	Ca	Mg	Na	
1	<0.2	<2	<0.3	<0.1	Sangat rendah
2	0.2-0.3	2-5	0.3-1	0.1-0.3	Rendah
3	0.3-0.6	5-10	1-3	0.3-0.7	Sedang
4	0.6-1.2	10-20	3-8	0.7-2	Tinggi
5	>1.2	>20	>8	>2	Sangat Tinggi

Sumber: Sulaeman et al (2005).

Lahan gambut yang dialih fungsikan menjadi Hutan Tanaman Industri dengan komoditi akasia memiliki kandungan unsur-unsur hara Ca, Mg dan Na tergolong rendah sampai sangat rendah sedangkan unsur K tergolong tinggi seperti dijelaskan pada Tabel 2.8. Sehingga secara keseluruhan kondisi kesuburan tanah tergolong rendah (Supangat & Aprianis, 2009).

Tabel 2.8. Kandungan Basa-Basa yang Dapat Ditukar pada Lahan Gambut yang Dialihfungsikan Menjadi HTI dengan Komoditi Akasia.

Parameter	Umur tanaman			
	1 tahun	Keterangan	2 tahun	Keterangan
P-tersedia	7.95	Sangat rendah	14.50	Rendah
Ca	0.08	Sangat rendah	0.12	Sangat rendah
Mg	0.17	Sangat rendah	0.16	Sangat rendah
K	66.56	Sangat tinggi	91.61	Sangat tinggi
Na	5.86	Rendah	9.77	Rendah

(Supangat & Aprianis, 2009).

2.3. Perkebunan Kelapa Sawit

Perkebunan kelapa sawit merupakan jenis perkebunan monokultur dengan rotasi tanam hingga 25 tahun. Utaya (2007) menjelaskan Perkebunan monokultur kelapa sawit akan menimbulkan permasalahan seperti terputusnya daur hara sistem siklus tertutup karena adanya perubahan tegakan dan biomasa. Lahan yang digunakan sebagai perkebunan kelapa sawit akan kehilangan unsur hara N, P, K,

Ca dan Mg sebanyak 192,5 kg/ha/tahun seperti di jelaskan dalam tabel 2.9. Korelasi ini akan terjadi bila pengusaha perkebunan tidak melakukan konservasi lahan sebagai pengganti unsur yang hilang (Pahan, 2008).

Tabel 2.9. Perkiraan Unsur Hara yang Diambil oleh Tanaman Kelapa Sawit/ha/tahun (populasi 146 tanaman/ha).

Komponen	N		P		K		Mg		Ca	
	Kg/ Ha	Kg/ Phn	Kg/ ha	Kg/ phn	Kg/ Ha	Kg/ Phn	Kg/ ha	Kg/ Phn	Kg/ ha	Kg/ Phn
Bahan untuk pertumbuhan	40.90	0.28	3.1	0,02	55.7	0.38	11.5	0.08	13.8	0.09
Pelepah yang ditunas	67.2	0.45	8.9	0.06	86.2	0.58	22.4	0.15	61.6	0.42
Tandan buah segar (25ton/ha/thn)	73.2	0.49	11.6	0.08	93.4	0.63	20.8	0.14	19.5	0.13
Bunga jantan	11.2	0.08	2.4	0.02	16.1	0.11	6.6	0.004	4.4	0.03
Total	192.5	1.3	26	0.18	251.4	1.70	61.3	0.41	99.3	0.67

Sumber: Pahan (2008).

2.4. Konversi Lahan Gambut Menjadi Perkebunan Kelapa Sawit

Lahan gambut yang dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit dapat menyebabkan kerusakan keseimbangan ekosistem dan degradasi tanah. Degradasi tanah yang terjadi akibat rendahnya nilai *Bulk density* dan sifat kering tidak balik tanah gambut. Sedangkan ketidakseimbangan ekosistem terjadi karena sifat gambut yang *Irreversible drying* dan tingkat fluktuasi air yang rendah sehingga menyebabkan daya menahan beban yang rendah. Hal inilah yang menyebabkan tanaman tahunan seperti kelapa sawit tidak dapat tumbuh dengan tegak sempurna (Mardiana, 2006).

Koedadiri & Adiwiganda (1994), menjelaskan bahwa tingkat kedalaman dan persentase kasar bahan organik memiliki hubungan yang erat dengan keragaman pertumbuhan tanaman. Lahan gambut dengan kedalaman 150 cm menyebabkan tanaman memiliki ketinggian dan diameter yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang berada pada gambut dengan kedalaman 50-100 cm.

Prawito (2011), juga menjelaskan konversi lahan gambut menyebabkan penyusutan ketebalan sebesar 96 cm/th. Penyusutan ini mengakibatkan perubahan taxon pada tingkat ordo dari histosol menjadi entisol pada usia tanam 20-25 tahun. Maswar *et al* (2011), menjelaskan konversi lahan gambut menjadi perkebunan kelapa sawit dengan siklus penanaman 25 tahun mengakibatkan kehilangan karbon sebesar 1,183-13,106 ton C ha⁻¹th⁻¹ dan menghasilkan emisi CO₂ sebesar 41 ton/ha/th (Agus *et al.*, (2009) *cit* Suwondo *et al.*, 2012)

Menurut Rahutomo dan Sutarta (2001), beberapa permasalahan yang terjadi dalam pembukaan lahan gambut sebagai lahan perkebunan dapat diatasi dengan beberapa upaya antara lain pengaturan drainase dan tata air, pencegahan luapan air pasang dan oksidasi pirit, pencucuan sulfat masam akibat oksidasi pirit, serta pengapuran untuk meningkatkan nilai pH tanah. Pembukaan saluran drainase bertujuan untuk mengatur permukaan air tanah. Ketentuan dalam pembukaan saluran drainase tergantung pada jenis gambut yang akan diusahakan. Secara umum sistem drainase pada tanah gambut memiliki tiga saluran yakni saluran primer, skunder dan tersier yang memiliki ukuran berbeda. Tabel 2.10 menerangkan salah satu sistem drainase lahan gambut yang dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit.

Tabel 2.10. Ukuran saluran drainase untuk perkebunan kelapa sawit dilahan gambut

No	Jenis Saluran	Lebar saluran (M)		Kedalaman saluran (M)
		Atas	Bawah	
1	Tersier	1.0-1.2	0.5-0.6	0.9-1.0
2	Skunder	1.8-2.5	0.6-0.9	1.2-1.8
3	Primer	3.0-6.0	1.6-1.9	1.2-2.5

Sumber: Singh *et al* (1987) *cit* rahutomo & suharta (2001)